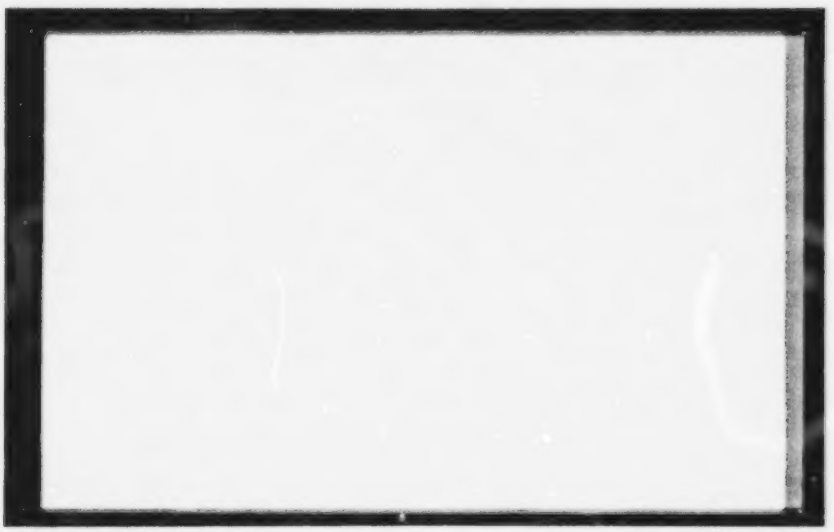
UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL



CENTRE DE RECHERCHE SUR LES TRANSPORTS

CASE POSTALE 6128, SUCCURSALE A, MONTRÉAL, QUÉBEC, H3C 3J7

UNE VERSION DÉSAGRÉGÉE DU MODÈLE DE SIMULATION DE FLUX DE MARCHANDISES TOMM

par

Guy Picard, Dominique Paskievici
et Sang Nguyen

Université de Montréal
Centre de recherche sur les transports - Publication #377
Septembre 1985

Dépôt légal - 4e trimestre 1985

TABLE DES MATIÈRES

Page

TABLE DES MATIÈRES. ii

LISTE DES TABLEAUX. iii

INTRODUCTION. 1

CHAPITRE I. 2

PRÉSENTATION DU MODÈLE DE FLUX INTERRÉGIONAUX

1.1 Historique du modèle. 2
1.2 Version désagrégée du modèle TOMM 3
1.3 Formulation du modèle TOMM-D. 4

CHAPITRE II 9

DONNÉES UTILISÉES

2.1 Coefficients techniques, demandes finales, niveau d'importation et d'exportation 9
2.2 Calcul des parts zonales d'attraction et production 9
2.3 Calcul des matrices de flux origine-destination 12
2.3.1 Importance du camionnage privé. 14
2.3.2 Importance du chemin de fer de classe II. 16
2.3.3 Corrections de certains flux domestiques. 21
2.3.4 Méthodologie utilisée dans la construction des matrices origine-destination. 21
2.4 Calcul des valeurs unitaires. 24
2.4.1 Utilisation de la méthode directe 27
2.4.2 Utilisation des facteurs de conversion. 28
2.4.3 Méthode utilisée. 29
2.5 Calcul des coûts de transport 29

CHAPITRE III. 31

RÉSULTATS

3.1 Évaluation du volume transporté par camion. 31
3.2 Estimation des fonctions de coût de transport par camion. . . . 32
3.3 Estimation des flux a priori $z_{ij}^{\sim k}$. 36

CONCLUSION. 37

BIBLIOGRAPHIE 38

APPENDICE 1 : Liste des 67 zones géographiques. 40

APPENDICE 2 : Données ayant servi à calculer les parts zonales de production et d'attraction 47

APPENDICE 3 : Liste des 64 groupes de marchandises. 59

APPENDICE 4 : Liste des 10 catégories de la demande finale. 63

LISTE DES TABLEAUX

Page

TABLEAU 1 17

TABLEAU 2 18

TABLEAU 3 19

TABLEAU 4 25

TABLEAU 5 33

INTRODUCTION

Cet article présente un modèle désagrégé de simulation des flux domestiques de marchandises pour le Canada. La formulation du modèle est définie dans le premier chapitre alors que le second traite des données nécessaires à l'utilisation de ce modèle. Enfin, certains résultats intermédiaires, obtenus lors de la calibration du modèle et de la construction des matrices origine-destination canadiennes, sont présentés dans le troisième chapitre.

De nombreux scénarios impliquant des variations au niveau des coûts de transport, de la demande finale ou des exportations peuvent dès à présent être analysés à l'aide du modèle. Un prochain papier portera sur la capacité de simulation du modèle face à l'application de ces différents scénarios.

CHAPITRE I

PRÉSENTATION DU MODÈLE DE FLUX INTERRÉGIONAUX

1.1 Historique du modèle

La modélisation de la demande de transport de marchandises est d'un intérêt majeur pour le planificateur. En effet, celle-ci étant liée de façon étroite à la consommation d'énergie, aux besoins en infrastructure ainsi qu'au développement régional, la capacité de mesurer l'impact d'une variation des diverses variables socio-économiques (coût de transport, demande finale, etc.) sur son niveau constitue un outil d'analyse de choix.

La demande de transport dépend principalement de l'activité économique et de la localisation spatiale des inputs et des marchés; on doit donc la dériver d'un modèle économique reproduisant les flux de marchandises. Réciproquement, le niveau et l'allocation spatiale des activités de production dépendent du système de transport existant. Par exemple, la construction d'une nouvelle voie de chemin de fer ou une variation de tarif a un impact sur le niveau et l'allocation de la production.

L'utilisation d'un modèle tenant compte de cet effet de rétroaction est donc nécessaire. Le modèle FRET[1], proposé par Los (1980), répond à cet impératif et implique deux modules devant fonctionner en interface. Le rôle du module économique, TOMM[2], est de simuler les flux interprovinciaux et l'état de l'économie du pays en fonction du système de transport et d'un scénario donné. Le module de transport FRETNET[3] simule de son côté l'utilisation des infrastructures de transport en fonction du même scénario. Le niveau de désagrégation spatiale utilisé dans ce dernier module est

---

1 FRET signifie Forecasting Regional Economies and Transportation.
2 TOMM signifie Transport Oriented Multiregional Model.
3 FRETNET signifie NETwork models of FRET.

toutefois supérieur au précédent. En effet, le module économique opère au niveau provincial (8 zones), tandis que le module de transport considère 67 zones canadiennes[1].

Cette première version du modèle a cependant subi plusieurs modifications. En premier lieu, suite à des difficultés au niveau de la calibration du module économique, une version modifiée a été développée, Bigras et al. (1983). De plus, afin d'introduire plus de réalisme dans l'analyse des scénarios au niveau régional, nous avons désagrégé le module économique au niveau des 67 zones (TOMM-D). Il assure maintenant dans une large mesure les fonctions initiales du module de transport. Quant à ce dernier, son rôle se limite maintenant à effectuer la répartition modale et l'affectation des flux sur le réseau multimodal canadien (Hamelin (1981)).

1.2 Version désagrégée du modèle TOMM

L'utilisation d'un modèle économique de type input-output opérant à un niveau provincial présente certaines faiblesses. En effet, une variation de la demande finale d'une province est traitée de la même manière, quelque soit la zone d'où elle provient. Or, la position géographique d'une zone à l'intérieur d'une province a un impact au niveau de ses échanges avec les autres provinces. La version désagrégée du modèle permet de tenir compte de cette particularité.

Dans le modèle TOMM-D, les coefficients input-output provinciaux ont été appliqués aux zones et le calcul des demandes finales zonales repose sur l'importance relative de chacune d'elles. Les flux interzonaux sont donc entièrement déterminés par le module économique. Les coûts de transport interzonaux peuvent ainsi être traités de façon explicite, alors que l'ancienne version utilisait des coûts de transport interprovinciaux,

---

[1] On retrouve aux appendices 1 et 3 la classification des biens et des zones utilisés par le modèle.

sommes pondérées des coûts interzonaux. Quant au module de transport FRETNET, il n'assure plus que la répartition modale et l'affectation sur le réseau.

1.3 Formulation du modèle TOMM-D

Ce modèle basé sur le concept d'information (entropie), est formulé comme un problème convexe à contraintes linéaires. À l'exception de certaines modifications au niveau des variables utilisées dans le calcul des $\tilde{z}_{ij}^k$ et des contraintes comptables, la formulation suivante est celle que l'on retrouve pour le modèle provincial :

$$\underset{\{x_{ij}^k\}}{\text{Max}} - \sum_{i=1}^{R} \sum_{j=1}^{R} \sum_{k\in I_1} x_{ij}^k \ln \frac{x_{ij}^k}{\tilde{z}_{ij}^k} \tag{1}$$

t.q.
$$\sum_{j=1}^{R} x_{ji}^k = \sum_{h=1}^{K} \alpha_i^{kh} \sum_{j=1}^{R} x_{ij}^h + \Psi_i^k \qquad k\in I_1,\ i=1,\ldots,R \tag{2}$$

$$\sum_{i=1}^{R} \sum_{j=1}^{R} \sum_{k\in I_1} x_{ij}^k = T \tag{3}$$

$$x_{ij}^k > 0 \qquad k\in I_1,\ i,j=1,\ldots,R \tag{4}$$

où la notation utilisée est la suivante :

$i,j=1,\ldots,R$	représente les 67 zones du Canada.
$k,h=1,\ldots,K$	représente les biens et services produits par les secteurs productifs.
I_1	est l'ensemble des indices représentant les biens commercialisables
I_2	est l'ensemble des indices représentant les services.
$x_{ij}^k (i,j=1,\ldots,R;\ k\in I_1)$	est le flux en valeur de bien commercialisable k entre les régions i et j.
$\alpha_i^{kh} (i=1,\ldots,R;\ h,k\in I_1)$	est une mesure des besoins domestiques totaux de bien k par dollar d'output du bien h dans la région i.

$\Psi_i^k (i=1,\ldots,R;\ k\epsilon I_1)$ représente la demande finale globale en valeur pour le bien k dans la région i.

$\tilde{z}_{ij}^k (i,j=1,\ldots,R;\ k\epsilon I_1)$ est une valeur à priori estimée, pour le flux de bien commercialisable k entre les régions i et j.

T est la valeur totale des flux de biens commerciasables entre toutes les régions.

La fonction objectif fait tendre la solution vers une distribution à priori de flux $\tilde{z}_{ij}^k$ estimé à partir d'une régression des flux observés sur un ensemble de variables socio-économiques. Un aspect normatif est ainsi introduit dans l'explication des flux a priori $\tilde{z}_{ij}^k$ et à chaque bien correspond une régression de la forme suivante :

$$\tilde{z}_{ij}^k = f\,(C_{ij}^k,\ PA_{ij}^k,\ B_1^k,\ B_2^k,\ \ldots,\ B_{25}^k) \qquad (5)$$

où :

$C_{ij}^k (i,j=1,\ldots,R;\ k\epsilon I_1)$ est le coût de transport d'une unité de bien k entre les régions i et j.

$PA_{ij}^k (i,j=1,\ldots,R;\ k\epsilon I_1)$ est le produit de la production nette de bien k dans la région i, par l'attraction nette de ce bien dans la région j.

$B_t^k (t=1,\ldots,25;k\epsilon I_1)$ est une variable dychotomique prenant la valeur un si le flux z_{ij}^k considéré appartient au sous-ensemble d'origine destination t et zéro dans le cas contraire.

Ces dernières variables B_t^k permettent de différencier les flux selon cinq zones d'origines et de destinations à l'intérieur du Canada, soit les provinces maritimes, le Québec, l'Ontario, les trois provinces centrales et enfin la Colombie-Britannique. L'introduction de ces variables nous permet dans un premier temps d'atténuer certains biais provoqués par l'utilisation de "biens agrégés". En effet, un flux z_{ij}^k sera d'autant plus grand que les zones i et j appartiennent à des provinces (ou groupe de provinces) ayant des productions du bien k de nature relativement différente, puisque cela implique une plus forte incitation au commerce.

Également, des motifs d'ordre institutionnels (politique d'achat chez soi, liens de propriété entre usines) ou technologiques (substituabilité ou complémentarité entre inputs), influençant la valeur des flux peuvent être quantifiés par l'utilisation de ces variables.

Les flux a priori $\tilde{z}_{ij}^{k}$ peuvent ainsi être modifiés suite à une variation des coûts de transport sur un ou plusieurs liens, ou à une variation de la production ou de la consommation d'une région pour un ou plusieurs biens.

Il reste à noter que cette version du modèle utilise des données en valeur et génère des flux x_{ij}^{k} également en dollar. Cependant, une version produisant une solution où les flux sont en tonne existe également. Cette transformation d'unités utilise des valeurs unitaires par produit dont nous faisons état à la section 2.4.

Les contraintes (2) du modèle sont des contraintes comptables sur les relations input-output régionales. Les coefficients structurels utilisés tiennent compte de la distinction entre les biens commercialisables (biens manufacturés et matières premières que l'on retrouve sous forme de flux interrégionaux) et les biens et services non-commercialisables[1] (services personnels qui sont produits et consommés à l'intérieur de chaque région). Le membre de gauche de la contrainte comptabilise tous les flux du bien commercialisable k qui sont destinés à la région i. Dans le membre de droite, nous retrouvons les différentes utilisations du bien k dans la région i. Il y a d'abord une demande intermédiaire de bien k, qui découle de la production des biens commercialisables h destinée au marché domestique canadien, par le biais des coefficients techniques α_{i}^{kh}. Cette demande peut être soit directe, soit induite par la production des biens et services non-commercialsables nécessaires pour produire le bien commercialisable

---

[1] La liste des 26 services considérés se retrouve à l'appendice 3.

h. On retrouve ensuite la demande finale globale, Ψ_i^k, qui est composée de trois éléments : la consommation de bien commercialisable k générée par les exportations des divers biens destinés à l'étranger, la consommation de bien commercialisable k induite par la demande finale de biens et services non-commercialisables et la demande finale proprement dite de bien commercialisable k dans la région i.

Au niveau du modèle désagrégé, la demande finale globale s'écrit mathématiquement de la manière suivante :

$$\Psi_i^k = \underbrace{\sum_{h\in I_1} \alpha_I^{kh} X_I^h p_i^h}_{-A-} + \underbrace{\left[\sum_{k'\in I_2} \sum_{h\in I_2} a_I^{kh} e_I^{hk'} \Phi_I^{k'}\right] A_i^k (1-\omega_I^k)}_{-B-}$$

$$+ \underbrace{\Phi_{IP}^k A_i^k + \Phi_{IC}^k AP_i}_{-C-} \qquad (6)$$

où :

α_I^{kh} est une mesure des besoins domestiques totaux de bien k par dollar d'output du bien h dans la province I.

X_I^h est la valeur des exportations de bien h pour la province I.

p_i^h est la part de la production du bien h dans la province I qui est effectuée dans la zone i.

a_I^{kh} est un coefficient technique en valeur qui représente le montant de bien k qui est utilisé comme input dans la production d'un dollar de bien h dans la province I.

$e_I^{hk'}$ indique l'augmentation de la production de biens et services commerciliables h lorsque la demande de biens ou services non-commercialisables k' augmente d'une unité, en tenant compte des effets directs et indirects.

ω_I^k représente le pourcentage d'importation du bien k utilisé par la province I.

$\Phi_I^{k'}$ représente la demande intermédiaire et finale en valeur de bien et service non-commercialisable k' dans la province I.

Φ^k_{IP} représente la demande finale en valeur de bien commercialisable k générée par le secteur privé dans la province I qui est satisfaite par la production domestique.

Φ^k_{IC} représente la demande finale en valeur de bien commercialisable k générée par les consommateurs et les administrations publiques dans la province I qui est satisfaite par la production domestique.

A^k_i est la part de la consommation du bien k dans la province I qui est effectuée par la zone i.

AP_i est la part de la population de la province I qui est localisée dans la zone i.

Étant donné que les coefficients techniques input-output ne sont disponibles qu'au niveau des provinces, les valeurs α^{kh}_i utilisées dans les contraintes (2) proviennent des données provinciales. Chaque zone d'une même province possède donc les mêmes coefficients α^{kh}_i. Cette formulation rend ainsi explicite une hypothèse implicite propre à tous les modèles agrégés de type input-output. Les autres données de base nécessaires à la construction de la demande finale globale, X^k_I, ω^k_I, Φ^k_{IP}, Φ^k_{IC}, $\Phi^{k'}_I$, a^{kh}_I et $e^{hk'}_I$, sont également disponibles uniquement au niveau provincial. Certaines modifications ont donc été apportées de manière à régionaliser la demande. Reprenant l'expression (6), le terme -A- permet de partager les exportations provinciales selon le niveau de production de chaque zone, alors que l'expression -B- désagrège au niveau des zones la demande provinciale de bien k induite par la demande finale de services et biens non-commercialisables. Enfin la demande finale des consommateurs et des administrations publiques est répartie selon le niveau de population zonale tandis que la demande finale de biens commercialisables des secteurs industriels l'est selon l'importance relative de chacune des zones au niveau de la consommation des différents biens. On retrouve à l'appendice 4 les différentes catégories de demande finale.

Notons que selon l'application du modèle, nous pouvons ajouter des contraintes s'avérant pertinentes comme, par exemple, des contraintes sur les capacités de production par région et par bien ou sur la disponibilité en main-d'oeuvre dans chacune des régions.

CHAPITRE II

DONNÉES UTILISÉES

Le modèle TOMM-D nécessite l'utilisation des données suivantes :

- Les coefficients techniques input-output, les demandes finales et le niveau d'importation et d'exportation, par bien et par province.
- Les parts zonales de production et d'attraction pour chaque bien.
- Une matrice de flux origine-destination au niveau des 67 zones pour chacune des 64 catégories de biens.
- Les coûts de transport interzonaux.
- Les valeurs unitaires (valeur/tonne), pour chacun des groupes de biens.

Cette section traite de façon détaillée des problèmes liés à l'acquisition de ces données.

2.1 Coefficients techniques, demandes finales, niveau d'importation et d'exportation

En ce qui a trait aux coefficients utilisés, ceux liés à la technologie et au processus de fabrication sont calculés à l'aide des données input-output régionales compilées par Statistique Canada pour l'année 1974, Gaston (1979). La stabilité de ces coefficients dans le temps permet leur usage sur un horizon temporel assez étendu. Par contre, en ce qui regarde les calculs liés au niveau d'importation ou de la demande finale, nous avons utilisé les données disponibles les plus récentes, soit celles couvrant l'année 1979. On retrouve dans Bigras et al. (1982) le calcul détaillé des différents coefficients utilisés.

2.2 Calcul des parts zonales d'attraction et de production

Les données doivent être à un niveau de désagrégation suffisant et compatible avec notre propre désagrégation. Il faut de plus que ces données correspondent le mieux possible à la production ou à l'attraction des

différents biens. Lorsque le bien est assez homogène nous pouvons obtenir la production par zone; c'est le cas notamment de certains biens agricoles et miniers. Mais dans la plupart des cas nous ne pouvons obtenir directement la production ou l'attraction. Il faut alors trouver des données qui peuvent nous donner indirectement les parts zonales. Ainsi l'emploi, dans la mesure où il est relié à la production, a été utilisé pour la plupart des biens manufacturés. Dans le cas de l'attraction, il est encore plus difficile d'avoir des données sur la consommation par zone. Pour les biens de consommation, par exemple, nous avons utilisé la population des zones comme mesure de leur part relative.

Il peut par contre être difficile de traiter les catégories de biens qui sont très hétérogènes (exemple : la catégorie de biens no 147, "objets personnels et ménagers"). Il faut alors s'en remettre à des données qui sont au même niveau de généralisation. Ces derniers cas sont heureusement assez limités selon l'agrégation que l'on a retenue et il s'agit alors de biens qui ont moins d'impact sur le réseau de transport. Les biens les plus lourds et les plus volumineux, et qui sont par conséquent plus significatifs quant à leur impact sur l'utilisation du réseau de transport, ont en effet été traités séparément.

Lorsque l'on utilise l'emploi comme indice de la production, on fait alors l'hypothèse que la productivité est la même dans toutes les zones qui composent une même région, ce qui est beaucoup moins restrictif que de supposer que la productivité est la même dans toutes les zones du Canada.

L'appendice 2 nous donne, pour chacun des 64 biens commercialisables, les sources de données qui ont été utilisées pour calculer les parts zonales de production et d'attraction. Nous allons décrire ici brièvement la nature des informations qui ont été puisées dans les trois sources principales de données utilisées.

1^0 Les recensements de 1971 et de 1981

On y trouve en particulier des données sur la production agricole pour les divisions de recensement et sur la population active selon l'activité économique (industrie) pour les régions métropolitaines de recensement, les agglomérations de recensement et les villes de plus de 10 000 habitants. Il est alors facile de faire le regroupement entre ces diverses unités géographiques et nos 67 zones.

2^0 Le "Canadian Mineral Yearbook, 1979"

Dans plusieurs cas, on y trouve des données sur la production des différents minerais pour chaque mine. Il a cependant fallu utiliser la capacité de production de chaque mine lorsque la production n'était pas dévoilée.

3^0 Industries manufacturières du Canada : régions infraprovinciales, 1979 (Statistique Canada, No de cat. 31-209)

On y trouve la valeur des livraisons de produits de propre fabrication et le coût des matières et fournitures utilisées pour différentes industries et pour 68 régions économiques infraprovinciales. On ne peut cependant pas utiliser ces données pour certaines industries, puisqu'à cause de la nécessité de respecter la confidentialité des renseignements lorsqu'il y a moins de trois producteurs dans une région, les données par industrie sont incomplètes. On agrège en effet toutes les industries sous le couvert de la confidentialité dans une région, à l'intérieur d'une catégorie générale.

Nous avons finalement puisé certaines informations dans ces références :

- L'Atlas National du Canada, 1971;
- Permis de bâtir, Sommaire annuel, 1979 (Statistique Canada, No de cat. 64-203).

Rappelons que l'Appendice 2 nous donne les références exactes pour chacun des 64 biens commercialisables.

2.3 Calcul des matrices de flux origine-destination

Le modèle utilise, à l'intérieur de la fonction objectif, des valeurs $\tilde{z}^k_{ij}$. Celles-ci sont obtenues, pour chaque bien, d'une régression des flux observés pour une année de base, 1979, sur diverses variables socio-économiques.

Par ailleurs, l'intégration d'une fonction de choix modal au modèle dans une étape ultérieure du projet, nécessite la connaissance des flux interzonaux par mode de transport. Nous avons donc construit des matrices de flux par mode pour chacun des 64 groupes de biens considérés par le modèle.

Notre principale source de renseignements provient du C.I.G.G.T. qui fournit pour 78 groupes de biens des matrices origine-destination, pour les chemins de fer de classe I (C.N. et C.P.), pour le camionnage pour compte d'autrui ainsi que pour les flux maritimes. Les 78 biens de la banque du C.I.G.G.T. sont redistribués selon une classification à 64 biens afin de coïncider avec la classification utilisée dans le modèle économique.

Les données sur le chemin de fer proviennent des reçus d'expédition associés à chaque mouvement de marchandise et sont fournis au C.I.G.G.T. directement par le C.N. et le C.P. L'enquête de Statistique Canada sur le camionnage pour compte d'autrui (S.C. #53-224), qui s'effectue sur la base d'un échantillon de moins de 1%[1] de tous les mouvements, permet la construction des matrices origine-destination pour ce mode par le C.I.G.G.T. Considérant que l'échantillonnage exclut les transporteurs ayant un revenu annuel inférieur à 100 000 $, ceux opérant dans un rayon n'excédant pas

---

[1] Ceci représente environ 225 000 mouvements.

25,5 km ainsi que les services de messagerie et les mouvements originant ou à destination des États-Unis, la représentativité des matrices ainsi obtenus en souffre. Par ailleurs, bon nombre des mouvements effectués par camion ne constituent pas des flux origine-destination complets, en ce sens que l'utilisation du camion ne fait souvent que compléter ou amorcer un mouvement qui utilise un autre mode sur la majeure partie du trajet à être effectué. Ceci crée donc du double comptage lors de la confection des matrices origine-destination.

De plus, comme les chemins de fer utilisent la classification STCC (Standard Transportation Commodity Code) et que Statistique Canada se base sur la classification SCC (Standard Commodity Code) dans son enquête, il s'ensuit certaines incompatibilités au niveau du classement des biens. Ce problème de classification empêche le C.I.G.G.T. de fournir des matrices origine-destination pour le camionnage pour 12 des 64 produits. De plus, ces données manquantes sont malencontreusement ajoutées à d'autres classes de biens. Par exemple, le volume de papier journal transporté par camion public se retrouve jumelé à la classe "autres papiers" transportée par camion.

En ce qui a trait aux flux par bateau, le C.I.G.G.T. utilise les données de Statistique Canada concernant le transport maritime domestique et extérieur.

Hormis les problèmes liés à l'enquête sur le camionnage, l'utilisation de la banque de données du C.I.G.G.T. entraîne d'autres difficultés. En effet, ces matrices de flux n'incorporent ni le chemin de fer de classe II, ni le camionnage privé.[1] Quoique nous verrons que la première omission

---

[1] Le camionnage privé (pour compte propre), par opposition au camionnage public (pour compte d'autrui), consiste pour une entreprise dont l'activité principale n'est pas le transport, à transporter les produits de sa propre fabrication à l'aide de ses camions ou de camions loués.

n'entraîne pas de sérieuses conséquences, ne pas comptabiliser les mouvements effectués par camions privés pose un certain problème quant à l'estimation des diverses élasticités des parts modales. De plus, l'utilisation de parts modales déduites d'un modèle ne considérant que le camionnage public, appliquées à un flux global de marchandises obtenu par le biais d'un modèle de distribution, surestime fortement la part du trafic allouée au train.

Enfin, tant au niveau maritime que ferrovier, certains flux d'exportation sont comptabilisés comme étant de type domestique, c'est-à-dire en provenance et à destination d'une zone canadienne.

Nous aborderons maintenant tour à tour ces différentes difficultés et expliciterons la méthodologie utilisée dans la construction des matrices.

2.3.1 Importance du camionnage privé

L'ampleur du problème lié à la non comptabilitisation des flux de camion privé apparaît clairement lorsque l'on saisit l'importance de ce mode de transport. Selon les estimations du Bureau de la politique de concurrence, environ 67% des recettes du transport routier au Canada vont au camionnage privé, montant supérieur aux recettes combinées du transport de marchandises par rail et du transport routier commercial. À ce sujet, les enquêtes sur le camionnage commercial, effectuées par le ministère des Transports et des Communications de l'Ontario pour les années 1971, 1975 et 1978, donnent une perspective nouvelle à l'analyse de la taille et du taux de croissance du secteur du camionnage privé. Ces études montrent que de 1971 à 1975, la part du camionnage privé en Ontario est passée de 37% à 48% du volume total transporté sur route. On apprend également qu'en 1978, les déplacements interurbains atteignaient 51% des déplacements totaux, 46% du kilométrage et 41% du volume total en tonne.

La prépondérance du secteur privé au niveau des déplacements locaux ne fait plus de doute. Ce qui surprend cependant, c'est la vigueur avec laquelle le camionnage pour compte propre s'est développé au niveau interurbain. Le tableau 1 esquisse un portrait de la situation pour le Québec, et indique une relation négative entre la taille des entreprises et l'utilisation du camion privé. Le tableau 2 donne, pour 1972, la répartition modale au niveau du transport routier pour l'Ontario et le tableau 3 répartit par type de transporteurs routiers le trafic total originant de l'Ontario pour les années 1971, 1975 et 1978.

L'importance du camionnage privé au Canada ne fait plus de doute, toutefois, différentes opinions semblent exister au sujet de son utilisation. En effet, selon l'étude américaine de Stuessey (1973), on emploierait ce type de transport sur de courte distance et pour de petits chargements. Rakowsky (1974) constate également une utilisation intensive du camionnage privé sur courtes distances, et ce, pour des chargements allant de 10 000 à 60 000 livres. Quant aux marchandises transportées, il note aucune différence entre ce que les transporteurs privés et publics se partagent. Du côté de l'enquête ontarienne, il apparaît que les transporteurs privés se spécialisent dans le transport des aliments et des marchandises à faible valeur et fort volume (bois, papier) alors que le camionnage public accapare le trafic de valeur élevée et de faible volume ainsi que les marchandises encombrantes.

Pour sa part, Roth (1977), utilisant comme année de référence 1972 et utilisant des données américaines, conclut que les chargements du type "charge complète" sont en majeure partie de type privé et que les charges incomplètes sont plutôt du ressort des compagnies commerciales. De plus, comme les chargements pouvant compétitionner avec le rail sont des charges complètes, il en arrive à la conclusion que la compétition train-camion

s'effectuerait en majeure partie sur de grandes distances par des camions privés.

Il importe également de souligner le lien existant entre la présence du transport privé et le degré de réglementation de cette industrie. L'une des principales hypothèses avancées au sujet de la réglementation est qu'elle réduit la flexibilité des transporteurs commerciaux et qu'elle a pour effet d'accroître l'écart entre les tarifs du transport commercial et les coûts du transport privé.

À titre d'exemple, citons la société Imperial Oil, qui a pu établir que 75% de sa production pétrolière était distribuée par camion privé en Ontario (province réglementée) contre seulement 25% en Alberta (province non-réglementée).

Quelles que soient les faiblesses des évaluations de l'activité des transporteurs privés, il n'en demeure pas moins que l'importance de ceux-ci ne fait plus de doute. Nous tiendrons donc compte de ce type de transport lors de la construction de notre matrice origine-destination.

2.3.2 Importance du chemin de fer de classe II

Le deuxième point sur lequel nous portons notre attention concerne l'omission dans la banque du C.I.G.G.T. des mouvements n'utilisant que le chemin de fer de classe II, c'est-à-dire le trafic ferrovier n'utilisant pas le Canadien National ni le Canadien Pacifique. Le volume transporté par ce type de chemin de fer, avec ou sans interligne avec les deux réseaux nationaux, est de 111 millions de tonnes métriques pour l'année 1979 et équivaut à 38% du trafic ferrovier total (S.C. #52-211). Quoiqu'à première vue le problème semble important, certaines considérations permettent de minimiser ses effets négatifs.

TABLEAU 1

Répartition du trafic terrestre par taille d'entreprises et pour certains groupes de produits (Québec).

	camion privé	camion public	train
Total	46%	36%	18%
petites entreprises	74	20	6
entreprises moyennes	41	43	16
grandes entreprises	38	35	27
aliments et boissons	52	44	4
bois	43	48	9
papiers et connexes	20	50	30
minéraux non-métal	74	19	7
pétrole et charbon	86	2	12
industrie chimique	15	32	53

Source : ministère des Transports du Québec (1983).

TABLEAU 2

DISTRIBUTION DU TONNAGE PAR TYPE DE TRANSPORTEUR

	camionnage public (%)	camionnage privé (%)
Matériaux de construction		
- métal	75	25
- bois	58	42
- ciment	65	35
- autres	57	43
Machinerie		
- agriculture	60	40
- autres	54	46
Véhicules		
- automobiles	84	16
- autres	57	43
Produits chimiques		
- pétrole	32	68
- autres	68	32
Biens manufacturés		
- meubles	79	21
- papiers	85	15
- autres	72	28
Produits agricoles		
- grande culture	54	46
- fruits et légumes	36	64
Aliments		
- réfrigérés	63	37
- autres	78	22
Minerai	87	13
Tous les autres	71	29
TOTAL	63	37

Source : ministère des Transports et des Communications de l'Ontario (1972)

TABLEAU 3

TRAFIC PROVINCIAL ET EXTRAPROVINCIAL PAR TYPE DE TRANSPORTEUR

	Transporteur commercial						Transporteur privé					
	1971		1975		1978		1971		1975		1978	
	N	Tonne %	N	Tonne %	N	Tonne %	N	Tonne %	N	Tonne %	N	Tonne %
Provincial	-	61	59	-	50	63	-	39	41	-	50	37
Extraprovincial :												
De l'Ontario vers les provinces Atlantiques	-	88	71	-	53	68	-	12	29	-	47	32
De l'Ontario vers le Québec	-	63	49	-	42	47	-	37	51	-	58	53
De l'Ontario vers l'Ouest	-	66	78	-	72	73	-	34	22	-	28	27
De l'Ontario vers les États-Unis	-	65	55	-	47	52	-	35	45	-	53	48

N nombre de déplacements des camions

\- données non disponibles

En effet, notons tout d'abord que de ce total uniquement 82 millions de tonnes sont chargées au Canada et ne proviennent pas des réseaux nationaux. La différence entre ces deux tonnages, soit 29 millions de tonnes, constitue des mouvements interlignes canadiens préalablement comptabilisés par le C.I.G.G.T. ou des importations des États-Unis.

Il ne reste donc plus que 82 millions de tonnes à localiser. De cette somme, 54 millions de tonnes représentent des mouvements de minerai de fer au Québec (Réseau Q.N.S. et Q.C.M.), alors que l'on retrouve près de 2 millions de tonnes de bauxite de d'alumine sur un réseau privé alimentant l'alcan à Port-Alfred dans la région du Lac St-Jean. Enfin, 4 millions de tonnes de houille grasse peuvent être localisées en Alberta.

Du volume restant, c'est-à-dire environ 22 millions de tonnes, près de 12,5 millions de tonnes constituent des mouvements interlignes vers les réseaux canadiens ou américains, ce qui porte à 9,5 millions de tonnes le trafic non localisé. Cependant, après identification et localisation des chemins de fer de classe II au Canada, une étude particulière des volumes chargés et déchargés de chacun des 320 biens de la classification utilisée par Statistique Canada (S.C. #52-211) nous a permis de générer les origines et destinations de près de 7 millions de tonnes de marchandises. La majeure partie de ce tonnage est constituée de flux de minerai (chemin de fer Algoma) ou de bois et copeaux (B.C.R.), qui sont totalement captifs des chemins de fer. Du volume de départ, il ne reste donc que 2,5 millions de tonnes (principalement du minerai) qu'ils nous a été impossible de retracer.

Perçus sous cet angle, les problèmes liés à la non comptabilisation du chemin de fer de classe II sont donc à toute fin pratique réglés. Cependant, une dernière difficulté subsiste. En effet, bien que la majorité des chemins de fer de classe II n'opèrent qu'à l'intérieur d'une seule zone géographique, ce qui facilite la détermination des origines et destinations

des mouvements ayant des interconnexions avec les réseaux nationaux canadiens, le British-Columbia Railroad échappe à cette règle.

En effet, ce réseau s'étend d'un bout à l'autre de la province et transporte, au niveau des flux intra-provinciaux, près de 5 millions de tonnes de marchandises. Les origines et destinations zonales, ainsi que la part de ce tonnage destinée à l'exportation et transitant par le port de Vancouver, n'ont donc pu être déterminées avec toute la précision désirée. Les flux de marchandises entre les zones géographiques faisant partie de la Colombie-Britannique devront donc être interprétés avec prudence.

2.3.3 Corrections de certains flux domestiques

Comme nous l'avons précédemment souligné, certains volumes exportés ont été comptabilisés comme étant des flux de type domestique. Nous avons ainsi réussi à localiser plus de 35 millions de tonnes de marchandises dans cette situation. Cette recherche s'est effectuée sur la base d'une comparaison avec la matrice de flux interprovinciaux en valeur de Statistique Canada. Les principales anomalies rencontrées se sont retrouvées dans les données concernant les flux maritimes, avec des corrections de près de 22 millions de tonnes. Les biens en cause sont principalement le blé et les autres grains, les fertilisants et le gypse. À titre d'exemple, mentionnons que le C.I.G.G.T. faisait état d'un mouvement par chemin de fer de près de 5 millions de tonnes de gypse en Nouvelle-Écosse, alors que ce tonnage était destiné à être exporté.

D'autres corrections seraient peut-être nécessaires, cependant nous estimons que les principales anomalies ont été prises en considération.

2.3.4 Méthodologie utilisée dans la construction des matrices origine-destination

Nous désirons obtenir une matrice origine-destination de dimension 67 x 67 pour chacune des 64 catégories de biens. Ces matrices devront

également tenir compte des trois différents modes de transport, soit le camionnage (privé et public), le chemin de fer et le bateau. La faible représentativité des données sur le camionnage, au niveau des mouvements entre zones de moindre importance, nous oblige à regrouper les deux types de camionnage.

L'idée de base consiste à soustraire des flux interprovinciaux globaux fournis par Statistique Canada, les mouvements effectués par train et bateau que l'on retrouve dans la banque du C.I.G.G.T. Ainsi nous obtenons une approximation des flux interprovinciaux effectués par camion.

Les données de Statistique Canada étant en valeur et celles du C.I.G.G.T. en tonne, un facteur de conversion a dû être utilisé. Nous avons donc calculé, pour chaque catégorie de biens, un prix moyen par tonne. Le calcul de ces prix moyens, ou valeur unitaire, se retrouve à la section 2.4.

L'étape suivante consiste à distribuer ces flux par camion entre les différentes zones de la façon la plus réaliste qui soit. Pour ce faire, nous déterminons dans un premier temps les volumes qui devraient être reçus et expédiés par chacune des 67 zones, de manière à respecter les parts zonales de production et d'attraction calculées précédemment (section 2.2). Dans un second temps, nous utilisons ces volumes comme contraintes et distribuons le flux de camionnage interprovincial selon la répartition du camion public comptabilisé par l'enquête de Statistique Canada. Nous avons donc à résoudre le problème suivant, défini pour chaque bien :

$$\min_{\{CAM_{ij}\}} \sum_{ij}\sum CAM_{ij} \ln \frac{CAM_{ij}}{\tilde{CAM}_{ij}}$$

s.à. $\sum_{j} CAM_{ij} = O_i$ $\quad i=1,\ldots,67$

$\sum_{i} CAM_{ij} = D_j$ $\quad j=1,\ldots,67$

$\sum_{i\in I}\sum_{j\in J} CAM_{ij} = CAM_{IJ}$ $\quad I,J=1,\ldots,8$

$CAM_{ij} > 0$ $\quad i,j=1,\ldots,67$

où :

CAM_{ij} représente le flux de marchandises utilisant le camion de la région i à la région j.

$\tilde{CAM}_{ij}$ représente le mouvement par camion des zones i à j tel que comptabilisé dans la banque du C.I.G.G.T.

CAM_{IJ} représente le flux de marchandises utilisant le camion de la province I à la province J.

O_i représente la différence entre la production totale de la zone i et les mouvements par train et bateau originant de cette zone comptabilisés dans la banque du C.I.G.G.T.

Rappelons que la production totale de la zone i s'obtient en multipliant la part zonale de production de cette zone par la production de la province dans laquelle elle est incluse.

D_j représente la différence entre la consommation totale de la zone j et les mouvements par train et bateau y arrivant.

Les flux par camion que présente le C.I.G.G.T. sont déficients pour les diverses raisons que nous avons indiquées antérieurement. Cependant, ils traduisent une réalité et constituent, d'une certaine façon, une mesure des forces de répulsion entre les différentes zones. Leur utilisation comme valeur à priori dans la détermination des flux par camion est donc pleinement justifiée.

Ce modèle se résoud à l'aide d'un algorithme de balancement à trois dimensions. Les membres de droite des contraintes d'égalité doivent être

positifs, de manière à respecter la positivité des flux de camions. Toutefois, lors du calcul des valeurs O_i et D_j, nous avons obtenu quelques résultats négatifs, soit à cause d'anomalies dans les flux fournis par le C.I.G.G.T., soit parce que les parts zonales de production et d'attraction comportaient certaines erreurs. Les parts zonales utilisées dans le modèle ont donc été corrigées en conséquence. Ces nouvelles parts ont été obtenues en minimisant la fonction suivante :

$$\sum_i \bar{P}_i \ln \frac{\bar{P}_i}{P_i} + \sum_j \bar{A}_j \ln \frac{\bar{A}_j}{A_j}$$

, sous la condition que les valeurs O_i et D_j soient toutes positives ou nulles. P_i et A_j sont les parts zonales originales et $\bar{P}_i$ et $\bar{A}_j$ sont les parts modifiées à déterminer. La fonction objectif nous assure que les $\bar{P}_i$ et $\bar{A}_j$ respectent le plus possible la distribution originale.

Certaines des parts d'attraction et de production ont ainsi subi des variations substantielles. Cependant, au niveau global, les parts de production n'ont varié que de 5,8% alors qu'au niveau de l'attraction la variation moyenne est de 6,1%.

2.4 Calcul des valeurs unitaires

Deux méthodes distinctes ont été utilisées. La première est directe et repose sur l'utilisation de données indiquant la production en tonne et en valeur des différents groupes de biens. La seconde est une mise à jour des coefficients valeur/poids estimés par Leech (1972), pour l'année 1970 et pour les biens constituant l'agrégation CFTM utilisée par le C.I.G.G.T. Les résultats obtenus de ces deux méthodes figurent au tableau 4.

TABLEAU 4

VALEUR UNITAIRE DES 64 CATÉGORIES DE BIENS

		valeur unitaire (dollar/tonne métrique, 1979)		
No	No C.R.T.	1ère approche (valeur/production)	2ème approche (Leech)	3ème approche (M.I.T.)
1	1	1523-1714	1452	1260
2	11	2039-2699	2566	1647
3	12	1275-4852	4365	1841-4199
4	13	589-988	1872	1098
5	14	122-161	168	97
6	15	89-112	112	97
7	16	213-262	291	194
8	17	777-1257	892	885
9	18	1144	1000	
10	19	406	220	275
11	20	134-261	104	178
12	21		1631	485
13	22	6180-6391	4564	3263-5459
14	30	274	263	178
15	31		1608	
16	40	32-43	46	32
17	41	32-49	53	64
18	50	19-36	41	32
19	51			32
20	60	16-46	41	32
21	61	89-100	80	32
22	62			32
23	70	381-697	462	
24	71	1-2,3	10	32
25	72	4,7-6,3		32
26	73			
27	74	13-38	13	32
28	75	18-26		
29	76			
30	80	638-997	2218	307
31	81		4602	5071

TABLEAU 4 (suite)

VALEUR UNITAIRE DES 64 CATÉGORIES DE BIENS

		valeur unitaire (dollar/tonne métrique, 1979)		
No	No C.R.T.	1ère approche (valeur/production)	2ème approche (Leech)	3ème approche (M.I.T.)
32	90	173-234	702	194
33	91		576	517
34	92		992	1163
35	93	367-442	411	226
36	94	385	378	258
37	95	563-657	540	549
38	96	332-371	266	614
39	100	30	203	420
40	101		1548	400
41	102	979	2318	1000
42	103		118	116
43	110		110	65
44	111		61	65
45	112	52	81	65
46	113		20	97
47	114		145	153
48	120		567	510
49	121		1756	1567
50	122		3050	2704
51	123		3622	
52	124		1433	
53	130	46-89	92	65
54	131		284	388
55	140		6933	7106
56	141		2964	3230
57	142		3261	3359
58	143		3185	2745
59	144		2314	2713
60	145		3110	3521
61	146		7401	
62	147		3489	
63	148		1194	1131
64	149		6474	

Certaines incompatibilités au niveau de la correspondance entre les différents systèmes de classification, et/ou le manque de données sont responsables des valeurs manquantes.

2.4.1 Utilisation de la méthode directe

L'idée de base consiste à diviser la valeur d'une production par le tonnage total correspondant. En ce qui concerne les biens manufacturés, les données sont disponibles pour la majorité des produits inclus dans la classification des produits industriels (Stat. Can., #31-211). Par ailleurs, afin d'obtenir une meilleure information pour certains produits, nous avons utilisé les publications suivantes :

Stat. Can., #36-204 pour le papier
#25-202 pour le bois de construction
#22-003 pour les fruits
#32-218 pour les légumes
#22-201 pour les grains
#26-201 pour les mines
#25-201 pour la forêt
#23-203 pour les animaux vivants
#32-002 pour les conserves

Pour les biens dont les volumes sont indiqués en unité et non selon le poids, la conversion n'a pas toujours été possible. La publication "Unit Values of Commodities Moving in Canadian Overseas Trade", de la Commission canadienne des transports a cependant permis d'obtenir dans certains cas des valeurs par tonne. Certains contacts avec les diverses industries nous ont également été d'un précieux secours.

Ces différentes publications traitent toutefois les biens selon un niveau de désagrégation supérieur à celui utilisé par le modèle TOMM-D. Nous avons donc regroupé les diverses données relatives aux produits traités par Statistique Canada afin de reconstituer la catégorisation employée par le modèle. Ce regroupement se fait en utilisant les données disponibles et n'est souvent que partiel, entraînant donc un biais difficilement quantifiable. Par exemple, pour la catégorie "viande", l'échantillon sur lequel se base notre calcul représente 66% de la valeur totale produite.

Pour la plupart des catégories de biens, les composantes sont cependant assez semblables, diminuant d'autant plus les erreurs propres à cette

méthode. Notons que quelques biens forment fréquemment la majorité du tonnage d'un groupe, facilitant ainsi le travail de détermination de la valeur unitaire.

Idéalement, le calcul des prix unitaires devrait s'effectuer sur une base provinciale. Toutefois, l'absence de données nous a limité, dans de nombreux cas, à calculer le prix qu'au niveau national. Celui-ci est alors appliqué à l'ensemble des provinces.

2.4.2 Utilisation des facteurs de conversion

Leech utilise le C.T.C. container study ainsi que des évaluations des valeurs et quantités importées et exportées en 1970, pour le calcul des valeurs unitaires. Par ailleurs, le système de classification des biens qu'il utilise correspond sensiblement à celui employé par le modèle TOMM-D. En effet, seulement cinq groupes de biens sur un total de soixante-quatre sont de nature différente. La correspondance entre les deux systèmes de classification est donc presque directe.

Afin de modifier les prix calculés par Leech, de manière à ce qu'ils correspondent à l'année 1979, nous dérivons des facteurs de correction. Ceux-ci sont obtenus à l'aide de la publication #62-011 de Statistique Canada. Celle-ci indique les variations de l'indice des prix des produits pour la majorité des catégories d'industries de transformation. Nous avons donc associé à chaque bien une ou plusieurs industries et ainsi calculé le taux de variation du prix pour un bien en fonction de la variation des prix des produits fabriqués par l'industrie lui étant associée.

Par exemple, au bien #1 (animaux vivants), nous associons l'industrie de l'abattage et de la préparation de la viande. Le taux de variation des prix des produits de cette industrie de 1970 à 1979, 235,2%, est donc le facteur de correction recherché. Le prix calculé selon cette méthode nous donne une valeur unique de 1 452 dollars par tonne métrique. Pour ce

même bien, la première procédure détermine des valeurs unitaires par province allant de 1 523 à 1 714 dollars. De la même façon, pour le deuxième bien, soit la catégorie "viande", nous obtenons une valeur de 2 566 dollars en utilisant les données de Leech, alors que le calcul selon la première approche implique des montants allant de 2 039 à 2 699 dollars. Les deux méthodes donnent de façon générale des résultats concordants.

2.4.3 Méthode utilisée

Lorsque c'était possible, la première approche était utilisée. Toutefois, pour les biens dont les volumes sont indiqués en unité, ou non disponible, les calculs n'ont pu être effectués et la méthode utilisant les facteurs de correction a été employée. Le tableau 4 comprend également des valeurs calculées selon une troisième procédure. Celle-ci repose sur l'utilisation d'une étude effectuée par le M.I.T., Samuelson (1975), indiquant la valeur par livre de plus de 1200 produits. Ces prix sont valables aux États-Unis et correspondent à l'année 1975. Nous leurs avons donc associés un facteur de correction pour tenir compte de l'inflation. Les montants ainsi obtenus n'ont toutefois pas servi dans le calcul des valeurs unitaires. Cependant, les données du M.I.T. ont permis de contrôler avec succès l'ordre de grandeur des résultats obtenus par le biais des deux approches précédentes. Enfin, soulignons que le coefficient de corrélation linéaire moyen de ces trois séries de prix prise deux à deux s'élève à 0,96, ce qui renforce la validité de nos estimations.

2.5 Calcul des coûts de transport

L'estimation des flux à priori dans le modèle TOMM-D implique la connaissance des coûts de transport entre les différentes régions pour chacun des biens. En ce qui concerne le chemin de fer et le camionnage, la banque du C.I.G.G.T. contient les revenus des transporteurs associés à chaque paire O-D pour les différents biens. En ce qui a trait à la navigation, aucune donnée n'est disponible.

Les coûts de transport interzonaux considérés sont donc des moyennes pondérées des coûts par train et camion, soit :

$$C_{ij}^{k} = \frac{\sum_{m} R_{ij}^{km}}{\sum_{m} x_{ij}^{km}}$$

où :

R_{ij}^{km} représente le revenu généré par le transport du flux de marchandise x_{ij}^{km}.

x_{ij}^{km} représente le flux de bien k entre les zones i et j par le mode m.

Les valeurs R_{ij}^{km} pour le chemin de fer sont obtenues directement de la banque du C.I.G.G.T. Cependant, les flux par camion provenant de cette source n'étant pas identiques à ceux déterminés par le modèle, nous devons calculer à nouveau R_{ij}^{km} pour ce mode. Ceci se fait par le biais de la régression suivante :

$$\ln C_{ij}^{km}(m=\text{camion}) = \beta_0 + \beta_1 \ln D_{ij} + \beta_2 \ln x_{ij}^{km}(m=\text{camion}) + \beta_3 D_1 + \beta_4 D_2 + \beta_5 D_3$$

où :

D_{ij} est la distance par route entre le centroïde de la zone i et celui de la zone j.

$$D_1 = \begin{cases} \ln(X_{ij}^{km}/100) & \text{si } X_{ij}^{km} > 100 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

$$D_2 = \begin{cases} \ln(X_{ij}^{km}/1000) & \text{si } X_{ij}^{km} > 1000 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

$$D_3 = \begin{cases} \ln(X_{ij}^{km}/10\ 000) & \text{si } X_{ij}^{km} > 10\ 000 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

Cette formulation, semblable à celle utilisée par Samuelson et Lerman (1977), permet d'obtenir une fonction continue et ne contraint pas l'élasticité par rapport au volume à être identique sur chaque intervalle de volume considéré.

CHAPITRE III

RÉSULTATS

Nous présentons dans ce chapitre quelques résultats préliminaires. Notamment, nous ferons référence aux évaluations du volume transporté par camion (privé et public), et présentons certains résultats relatifs à l'estimation des fonctions de coût de transport (camion) ainsi qu'à l'estimation des flux a priori $\tilde{z}^k_{ij}$.

3.1 Évaluation du volume transporté par camion

Selon les données sur le camionnage dont dispose le C.I.G.G.T., 133 millions de tonnes de marchandises auraient utilisé ce mode de transport en 1979. Nos évaluations indiquent par contre un total de 403 millions de tonnes. Ces résultats globaux dissimulent toutefois certaines particularités. Ainsi, en ce qui concerne le camionnage (privé ou public) non comptabilisé dans les données du C.I.G.G.T., on retrouve 84 millions de tonnes de sable et gravier et 85 millions de tonnes d'essence. Si l'on exclut du volume global ces deux groupes, notre estimation du trafic total de marchandises générales utilisant le camion est de 234 millions de tonnes. L'ordre de grandeur de cette évaluation semble donc réaliste et en accord avec les études antérieures sur le sujet (section 2.3.1).

Il aurait été intéressant de construire une matrice origine-destination pour chaque type de camionnage. Idéalement, ces matrices auraient été obtenues en soustrayant de notre estimation du camionnage total, les volumes transportés par camion public que contiennent les données du C.I.G.G.T.

Cependant, la faible qualité des données détenues par le C.I.G.G.T. empêche la réalisation de cet objectif. Pour la même raison, nous ne pouvons évaluer la part du volume total transporté par camion privé pour

chacun des biens. Nous pouvons toutefois présenter pertinemment une comparaison de ces deux types de camionnage pour le groupe essence et charbon, pour le Québec. D'une part, parce que le ministère des Transports du Québec a réalisé une enquête sur le sujet (tableau 1) qui nous servira de base de référence et, d'autre part, parce que selon cette enquête les flux intrazonaux québécois constituent plus de 70% du volume total originant ou à destination du Québec, ce qui minimise l'éventualité d'avoir du double comptage à l'intérieur des données du C.I.G.G.T.

Reprenant le tableau 1, le trafic routier originant ou à destination du Québec peut se répartir comme suit :

- camionnage privé : 98%
- camionnage public : 2 %

Enfin, en ce qui a trait à notre évaluation, nous obtenons les résultats suivants qui concordent d'excellente manière avec les résultats de l'enquête du ministère des Transports du Québec :

- camionnage privé : 91%
- camionnage public : 9%

Le tableau 5 indique, par bien et par mode de transport, les tonnages transportés pour l'année 1979.

3.2 Estimation des fonctions de coût de transport par camion

La forme fonctionnelle retenue est de type log-linéaire, de manière à tenir compte de la relation négative décroissante entre le coût de transport par tonne et l'importance du flux, et de la relation positive décroissante entre le coût par tonne et la distance.

Selon Statistique Canada, les données concernant les flux de forts volumes seraient plus fiables que celles ayant trait à des mouvements de

TABLEAU 5

TONNAGE TRANSPORTÉ PAR BIEN ET PAR MODE (1979)

No	No C.R.T.	Camion	Chemin de fer	Bateau	TOTAL
1	1	3 281 912	79 410	43	3 361 365
2	11	3 603 345	192 950	6 407	3 802 701
3	12	366 682	21 822	8 479	396 982
4	13	2 711 091	29 992	893	2 741 975
5	14	2 416 331	684 417	46 373	3 147 120
6	15	2 167 679	798 795	46 329	3 012 803
7	16	1 146 901	344 144	578	1 491 623
8	17	1 845 473	297 573	30 032	2 173 078
9	18	3 421 236	1 132 491	105 285	4 659 012
10	19	1 183 779	403 275	9 904	1 596 958
11	20	9 322 807	1 031 059	93 357	10 447 223
12	21	1 230 034	100 382	10 173	1 340 588
13	22	141 670	45 284	35	186 989
14	30	1 805 974	83 574	6 316	1 895 864
15	31	232 945	33 081	112	266 138
16	40	29 492 605*	11 878 851	6 005 296	47 376 751
17	41	35 566 986	2 218 255	19 717 328	57 502 569
18	50	11 355 527	141	53	11 355 721
19	51	563 668	7 410 846	1 211 524	9 186 038
20	60	8 628 289	1 410 175	317 605	10 356 069
21	61	61 638 983**	230 820	0	61 869 803
22	62	13 134 374**	0	0	13 134 450
23	70	30 683	22 322	0	53 010
24	71	84 582 261	812 422	3 539 817	88 934 500
25	72	2 872 031	333 119	837 817	4 042 967
26	73	18 884 443	5 377 276	4 510 756	28 772 474
27	74	3 520 865	822 462	1 656 250	5 999 576
28	75	944 114	553 998	18 652	1 516 764
29	76	1 478 154	341 292	1 038	1 820 443
30	80	475 513	220 548	4 251	700 312
31	81	566, 469	15 835	4 255	586 559
32	90	4 508 697	1 544 964	888 819	6 942 480
33	91	221 607	906 057	24 959	1 152 623
34	92	1 168 681	99 089	5 805	1 273 575
35	93	85 592	807 409	35 698	928 699
36	94	238 005	566 453	64 417	868 875
37	95	1 727 455	282 584	9 216	2 019 255

TABLEAU 5 (SUITE)

TONNAGE TRANSPORTÉ PAR BIEN ET PAR MODE (1979)

No	No C.R.T.	Camion	Chemin de fer	Bateau	TOTAL
38	96	1 751 755	889 257	54 804	2 695 817
39	100	674 872	831 151	24 994	1 531 016
40	101	2 018 018	2 823 765	813 074	5 654 857
41	102	2 617 863	799 736	14 465	3 432 064
42	103	3 606 490	1 001 924	11 824	4 620 237
43	110	32 446 996	1 547 532	4 559 453	38 553 980
44	111	66 505 922	4 007 506	11 569 267	82 082 694
45	112	285 243	240 856	40 293	566 392
46	113	927 708	709 564	0	1 637 272
47	114	7 341 013	1 385 345	453 060	9 179 418
48	120	8 360 460	3 565 357	418 033	12 343 850
49	121	663 177	157 535	43 150	863 862
50	122	147 774	191 576	0	339 350
51	123	234 220	51 562	0	285 872
52	124	2 766 028	103 800	23 490	2 893 318
53	130	7 699 877	1 582 441	818 917	10 101 234
54	131	12 586 123	1 466 478	25 055	14 077 655
55	140	387 747	156 761	0	544 507
56	141	109 943	32 623	5 569	148 135
57	142	300 865	227 323	456	528 644
58	143	205 555	441 205	440	647 200
59	144	574 024	296 763	702	871 489
60	145	415 344	194 564	4 941	614 850
61	146	447 902	292 491	16 612	757 005
62	147	3 110 008	434 190	3 639	3 547 838
63	148	2 697 245	165 675	21 570	2 884 490
64	149	2 968 008	225 071	4 144	3 197 223
TOTAL		478 413 036	64 955 302	58 145 821	601 514 159

* inclus des mouvements effectués par flottage
** est composé presque exclusivement de mouvements effectués par pipeline

faibles importances. Donc, étant donné une spécification de la forme suivante :

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_{2t} + \ldots + \beta_j X_{jt} + \ldots + \beta_k X_{kt} + U_t \qquad (1)$$

nous avons une hétéroscédasticité de la forme suivante :

$$\sigma_t^2 = E(u_t^2) = \sigma^2 X_{jt}^{\alpha} \qquad (2)$$

où la variable X_{jt} représente le flux de marchandise par camion. La valeur de α est obtenue en remplaçant σ_t^2 par son estimateur e_t^2 obtenu à partir de (1), et en estimant par les moindres carrés l'équation :

$$\log e_t^2 = \log \sigma_t^2 + \alpha \log X_{jt} + v_t$$

Dans près de 50% des cas l'hypothèse Ho : $\alpha=0$ fut rejetée, impliquant l'hétéroscédasticité du modèle. Pour chacun de ces biens, le modèle a été transformé de manière à le rendre homoscédastique en divisant (1) par $X_{jt}^{\alpha/2}$.

En utilisant la forme fonctionnelle décrite à la section 2.5 et en supposant que la variance soit fonction du flux par camion X_{ij}^{km} (m=camion), le modèle devient :

$$\frac{\ell n\, C_{ij}^{km}}{(X_{ij}^{km})^{\alpha/2}} = \frac{\beta_o}{(X_{ij}^{km})^{\alpha/2}} + \beta_1 \frac{\ell n\, D_{ij}}{(X_{ij}^{km})^{\alpha/2}} + \beta_2 \frac{\ell n\, X_{ij}^{km}}{(X_{ij}^{km})^{\alpha/2}} + \beta_3 \frac{D1}{(X_{ij}^{km})^{\alpha/2}}$$

$$+ \beta_4 \frac{D2}{(X_{ij}^{km})^{\alpha/2}} + \beta_5 \frac{D3}{(X_{ij}^{km})^{\alpha/2}} + v_{ij}^{km}$$

Étant donné qu'il serait fastidieux de présenter chacune des 64 régressions, nous nous limitons à certaines observations d'ordre général. Ainsi, soulignons que les coefficients associés à la distance et au volume du flux sont pour chacun des biens très fortement significatifs alors que les variables D_1, D_2 et D_3 associées au flux ne le sont que dans 45% des cas (test de Student à 5%). Les valeurs moyennes des coefficients associés

à la distance et au volume transporté sont respectivement 0,32 et -0,24 et le R^2 moyen est de 0,61.

3.3 Estimation des flux a priori $\tilde{Z}^k_{ij}$

La forme fonctionnelle log-linéaire a été retenue en fonction de sa capacité à reproduire les flux observés. En effet, le pouvoir explicatif du modèle est excellent puisque la valeur moyenne du coefficient de régression R^2 pour les 64 biens s'élève à 0,82.

Les coefficients associés aux coûts de transport et aux variables de production/attraction se sont avérés très significatifs dans tous les cas. Les variables binaires sont également significatives dans la très grande majorité des cas (test de niveau 5%). Les valeurs moyennes des coefficients associés aux coûts de transport et à la variable production/attraction, sont respectivement -1,88 et 0,3.

CONCLUSION

Ce rapport présente un modèle de simulation des flux domestiques de marchandises au Canada, basé sur le concept d'information et tenant compte des structures input-output régionales.

La calibration du modèle a nécessité la construction d'une importante banque de données. Cette dernière comporte, entre autres, une estimation des flux par camion au niveau de 64 groupes de biens et 67 zones géographiques. Cette estimation de flux de camionnage (privé et public) constitue une information originale qui nous permettra de calibrer prochainement une fonction de choix modal. Cette fonction, de concert avec le modèle de simulation TOMM-D, constituera un outil d'analyse économique de premier ordre.

L'étude de divers scénarios économiques ainsi que la calibration de la fonction de choix modal feront l'objet d'un prochain rapport.

BIBLIOGRAPHIE

BIGRAS, Y. (1985), "Deux applications du modèle économique multirégional TOMM-2", publication #376, Centre de recherche sur les transports, Université de Montréal.

BIGRAS, Y., HAMELIN, P., NGUYEN, S. (1983), "Un modèle des flux interrégionaux de marchandises au Canada basé sur le concept d'information", publication #292, Centre de recherche sur les transports, Université de Montréal.

BIGRAS, Y., HAMELIN, P., NGUYEN, S. (1982a), "Calcul des coefficients pour le modèle économique multirégional TOMM", publication #241, Centre de recherche sur les transports, Université de Montréal.

Canada, Consommation et Corporation, Direction de la recherche, Bureau de la politique de concurrence, (1982), "L'industrie du camionnage : Analyse du rendement", Ottawa.

DAGUM, C. et DAGUM, E.B. (1974), "Construction de modèles et analyse économétrique", Cahier de l'institut des sciences mathématiques et économétriques appliquées, 8, No. 11-12.

GASTON, C. (1979), "Canadian Interregional Input-Output Tables - Sources and Methodology. Statistique Canada, Division de l'analyse structurelle.

GRAHAM, L.J. (1975), "C.I.G.G.T. Transportation Data Base - Description and Usage", Queen's University, Rapport #75-12.

HAMELIN, P., LOS, M., NGUYEN, S. (1981), "Infrastructure d'un réseau de transport multimodal pour le Canada", publication #209, Centre de recherche sur les transports, Université de Montréal.

KLYMCHUK, A. (1983), "Le camionnage privé : anlyse et portée", Consommation et corporation Canada.

LEECH, J.W. (1972), "Canadian Freight Transport Data Base", Working Paper Series 72-1 (Revised), Supplement no. 1.

LOS, M. (1980), "A Transportation-Oriented Multiregional Economic Model for Canada", publication #178, Centre de recherche sur les transports, Université de Montréal.

Ontario (Province), ministère des Transports et des Communications (1975), "Truck Transportation in the Province of Ontario, Phase 1, Description of Operating and Administrative Characteristics & Phase 2, Survey of Shipping", Toronto, Economic Policy Office.

Ontario (Province), ministère des Transports et des Communications, (1980), "Ontario Commercial Truck Survey, 1978", Toronto, Economic Policy Office.

Québec (Province), ministère des Transports (1983), "Enquête auprès des expéditeurs manufacturiers sur leurs besoins en transport", Québec.

RAKOWSKY, J.P., "Characteristics of Private Truck Operations in the U.S.", ICC Practitioner's Journal, Vol. 41, juillet-août 1974, p. 573.

ROTH, R.D. (1977), "An Approach to Measurement of Model Advantage", Department of Economics American Trucking Association, Inc.

SAMUELSON, R.D., LERMAN, S.R. (1977), "Modeling the Freight Rate Structure", Transportation Research Forum.

SAMUELSON, R.D., ROBERTS, P.O. (1975), "A Commodity Attribute Data File for Use in Freight Transportation Studies", Massachusetts Institute of Technology, C.T.S., Report number 75-20.

Statistique Canada, Division de l'analyse structurelle (1976), "User's Guide to Statistic Canada Structural Economics Models".

APPENDICE 1 - Les 67 zones, leurs centroïdes et la correspondance avec les divisions de recensement de Statistique Canada[1]

No.	Nom de la région	Centroïde	Code C.G.T. et nom de la division de recensement, 1976	
1	Péninsule d'Avalon	St. Johns	10 01	Division 1
2	Côte-Sud, Péninsule de Burin	Port-aux-Basques	10 02	Division 2
			10 03	Division 3
3	Notre-Dame, Centre de la baie de Bonavista	Grand Falls	10 06	Division 6
			10 07	Division 7
			10 08	Division 8
4	Côte-Ouest, Péninsule du Nord, Labrador	Corner Brook	10 04	Division 4
			10 05	Division 5
			10 09	Division 9
			10 10	Division 10
5	Ile-du-Prince-Édouard	Charlottetown	11 01	Kings
			11 02	Queen's
			11 03	Prince
6	Cap-Breton	North Sydney	12 15	Inverness
			12 16	Richmond
			12 17	Cape Breton
			12 18	Victoria
7	Côte-Nord de la Nouvelle-Écosse	New Glasgow	12 10	Colchester
			12 11	Cumberland
			12 12	Pictou
			12 13	Guysborough
			12 14	Antigonish
8	Vallée d'Annapolis	Kingston	12 03	Digby
			12 05	Annapolis
			12 07	Kings
			12 08	Hants
9	Sud de la Nouvelle-Écosse	Lunenburg	12 01	Shelbourne
			12 02	Yarmouth
			12 04	Queens
			12 06	Lunenburg
10	Halifax	Halifax	12 09	Halifax
11	Baie-des-Chaleurs, Miramichi	Bathurst	13 09	Northumberland
			13 14	Restigouche
			13 15	Gloucester
12	Moncton	Moncton	13 06	Albert
			13 07	Westmorland
			13 08	Kent

[1] Les limites des divisions de recensement de Statistique Canada pour 1976 sont décrites dans la publication #12-554.

APPENDICE 1 (suite)

No.	Nom de la région	Centroïde	Code C.G.T. et nom de la division de recensement, 1976	
13	Saint-John	Saint-John	13 01	Saint-John
			13 02	Charlotte
			13 05	Kings
14	Frédéricton	Frédéricton	13 03	Sunbury
			13 04	Queens
			13 10	York
15	Edmunston-Woodstock	Edmunston	13 11	Carleton
			13 12	Victoria
			13 13	Madawaska
16	Bas Sain-Laurent, Gaspésie	Rimouski	24 01	Iles-de-la-Madeleine
			24 02	Gaspé-Est
			24 03	Gaspé-Ouest
			24 04	Bonaventure
			24 05	Matapédia
			24 06	Matane
			24 07	Rimouski (partie)
17	Saguenay- Lac Saint-Jean	Chicoutimi	24 90	Lac St-Jean-Ouest
			24 93	Lac St-Jean-Est
			24 94	Chicoutimi
18	Québec	Québec	24 07	Rimouski (partie)
			24 08	Rivière-du-Loup
			24 09	Témiscouata
			24 10	Kamouraska
			24 11	Charlevoix-Est
			24 12	Charlevoix-Ouest
			24 13	L'Islet
			24 14	Montmagny
			24 15	Bellechasse
			24 16	Montmorency 2
			24 17	Montmorency 1
			24 20	Québec (partie)
			24 21	Lévis
			24 22	Dorchester
			24 23	Beauce
			24 24	Frontenac (partie)
			24 26	Wolfe (partie)
			24 27	Mégantic (partie)
			24 28	Lotbinière (partie)
			24 29	Portneuf (partie)
			24 27	Saguenay (partie)

APPENDICE 1 (suite)

No.	Nom de la région	Centroïde	Code C.G.T. et nom de la division de recensement, 1976	
19	Trois-Rivières	Trois-Rivières	24 20	Québec (partie)
			24 27	Mégantic (partie)
			24 28	Lotbinière (partie)
			24 29	Portneuf (partie)
			24 32	Champlain
			24 33	Nicolet
			24 34	Arthabaska (partie)
			24 41	Drummond
			24 42	Yamaska (partie)
			24 43	Saint-Maurice
			24 47	Maskinongé (partie)
			24 84	Abitibi (partie)
20	Cantons-de-l'Est	Sherbrooke	24 24	Frontenac (partie)
			24 25	Compton
			24 26	Wolfe
			24 34	Arthabaska (partie)
			24 35	Richmond
			24 36	Sherbrooke
			24 37	Stanstead
21	Montréal	Montréal	24 38	Brome
			24 39	Shefford
			24 40	Bagot
			24 42	Yamaska (partie)
			24 47	Maskinongé (partie)
			24 49	Berthier
			24 50	Richelieu
			24 51	Saint-Hyacinthe
			24 52	Rouville
			24 53	Iberville
			24 54	Missisquoi
			24 55	Saint-Jean
			24 56	Chambly
			24 57	Verchères
			24 58	Joliette
			24 61	Montcalm
			24 62	L'Assomption
			24 63	Terrebonne
			24 65	Ile-de-Montréal et Ile Jésus
			24 66	Laprairie
			24 67	Napierville
			24 68	Huntington
			24 69	Châteaugay
			24 70	Beauharnois
			24 71	Soulanges

APPENDICE 1 (suite)

No.	Nom de la région	Centroïde	Code C.G.T. et nom de la division de recensement, 1976	
			24 72	Vaudreuil
			24 73	Deux-Montagnes
			24 74	Argenteuil
			24 75	Papineau (partie)
			24 76	Labelle (partie)
22	Outaouais	Hull	24 47	Maskinongé (partie)
			24 75	Papineau (partie)
			24 76	Labelle (partie)
			24 78	Gatineau
			24 79	Hull
			24 80	Pontiac
23	Nord-Ouest	Val d'Or	24 83	Témiscamingue
			24 84	Abitibi (partie)
24	Côte-Nord	Sept-Iles	24 97	Saguenay (partie)
25	Nouveau-Québec	Chibougamau	24 99	Nouveau-Québec
26	Est de l'Ontario	Ottawa	35 01	Glengarry
			35 02	Prescott
			35 03	Russel
			35 04	Stormont
			35 05	Dundas
			35 06	Ottawa-Carleton
			35 07	Greenville
			35 08	Leeds
			35 09	Lanark
			35 10	Frontenac
			35 11	Lennox and Addington
			35 12	Hastings
			35 13	Prince Edward
			35 47	Renfrew
27	Centre de l'Ontario	Peterborough	35 14	Northumberland
			35 15	Peterborough
			35 16	Victoria
			35 22	Dufferin
			35 43	Simcoe
			35 44	Muskoka
			35 46	Haliburton
28	Toronto	Toronto	35 18	Durham
			35 19	York
			35 20	Metropolitan Toronto
			35 21	Peel
			35 24	Halton

APPENDICE 1 (suite)

No.	Nom de la région	Centroïde	Code C.G.T. et nom de la division de recensement, 1976	
29	Niagara	Hamilton	35 23	Wellington
			35 25	Hamilton-Wenworth
			35 26	Niagara
			35 28	Haldimand-Norfolk
			35 29	Brant
			35 30	Waterloo
30	Lac Érié	London	35 32	Oxford
			35 34	Elgin
			35 39	Middlesex
31	Lac Ste-Claire	Windsor	35 36	Kent
			35 37	Essex
			35 38	Lambton
32	Baie Georgienne	Barrie	35 31	Perth
			35 40	Huron
			35 41	Bruce
			35 42	Grey
33	Nord-Est de l'Ontario	Sudbury	35 48	Nipissing
			35 49	Parry Sound
			35 51	Manitoulin
			35 52	Sudbury
			35 53	Sudbury R.M.
			35 54	Timiskaming
			35 56	Cochrane
			35 57	Algoma
34	Nord-Ouest de l'Ontario	Thunder Bay	35 58	Thunder Bay
			35 59	Rainy River
			35 60	Kenora
35	Sud-Est du Manitoba	Steinbach	46 01	Division 1
			46 02	Division 2
			46 12	Division 12
36	Centre-Sud du Manitoba	Morden	46 03	Division 3
			46 04	Division 4
37	Centre-Ouest du Manitoba	Brandon	46 05	Division 5
			46 06	Division 6
			46 17	Division 17
			46 15	Division 15
38	Centre-Nord du Manitoba	Portage-La-Prairie	46 08	Division 8
			46 09	Division 9
			46 10	Division 10
39	Winnipeg	Winnipeg	46 11	Division 11

APPENDICE 1 (suite)

No.	Nom de la région	Centroïde	Code C.G.T. et nom de la division de recensement, 1976	
40	Interlake	Selkirk	46 13	Division 13
			46 14	Division 14
			46 18	Division 18
41	Parkland	Dauphin	46 16	Division 16
			46 17	Division 17
			46 20	Division 20
42	Nord du Manitoba	Flin Flon	46 19	Division 19
			46 21	Division 21
			46 22	Division 22
			46 23	Division 23
43	Régina, Moose Mountain	Régina	47 01	Division 1
			47 02	Division 2
			47 06	Division 6
44	Swift Current, Moose Jaw	Moose Jaw	47 03	Division 3
			47 04	Division 4
			47 07	Division 7
			47 08	Division 8
45	Saskatoon Bigger	Saskatoon	47 11	Division 11
			47 12	Division 12
			47 13	Division 13
46	Yorkton Melville	Yorkton	47 05	Division 5
			47 09	Division 9
			47 10	Division 10
47	Prince Albert	Prince Albert	47 14	Division 14
			47 15	Division 15
			47 16	Division 16
			47 17	Division 17
48	Nord de la Saskatchewan	La Rouge	47 18	Division 18
49	Medicine Hat	Medicine Hat	48 01	Division 01
			48 04	Division 04
50	Lethbridge	Lethbridge	48 02	Division 02
			48 03	Division 03
51	Calgary Drumheller	Calgary	48 05	Division 5
			48 06	Division 6
52	Les Parcs	Hinton	48 09	Division 9
			48 14	Division 14
53	Red Deer-Wainwright	Red Deer	48 07	Division 7
			48 08	Division 9

APPENDICE 1 (suite)

No.	Nom de la région	Centroïde	Code C.G.T. et nom de la division de recensement, 1976	
54	Edmonton-Floydminster	Edmonton	48 10	Division 10
			48 11	Division 11
55	Rivière-à-la-Paix	Grande Prairie	48 15	Division 15
56	Athabaska	Bonnyville	48 12	Division 12
			48 13	Division 13
57	Est du Kootenay	Cranbrook	59 01	East Kootenay
58	Centre du Kootenay	Nelson	59 03	Columbia-Shusway
			59 39	Kootenay-Boundary
59	Okanagan-Boundary	Kelowna	59 05	Okanagan-Similkameen
			59 07	Central Okanagan
			59 35	North Okanagan
			59 37	Squamish-Lilloset
60	Lilloset-Thompson	Kamloops	59 31	Thompson-Nicola
			59 33	Fraser-Cheam
61	Lower Mainland	Vancouver	59 09	Central Fraser
			59 11	Dewdney-Alouette
			59 13	Greater Vancouver
			59 15	Powell River
			59 27	Sunshine Coast
			59 29	Capital Region
62	Capitale et Ile de Vancouver	Victoria	59 17	Cowichan Valley
			59 19	Nanaimo
			59 21	Alberni-Clayoquet
			59 23	Comox-Strathcona
			59 25	Mount Waddington
			59 43	Cariboo
63	Cariboo-Fort-George	Prince George	59 41	Bulkley-Nichako
			59 51	Fraser-Fort George
			59 53	Peace River-Liard
64	Rivière-à-la-Paix, Liard	Dawson Creek	59 55	Central Coast
65	Skeena-Stikine	Prince-Rupert	59 45	Skeena-Quenn Charlotte
			59 47	Kitimat-Stikine
			59 49	Stikine
			59 57	
66	Yukon	Whitehorse	60	
67	Territoires-du-Nord-Ouest	Yellowknife	61	

APPENDICE 2 - Description détaillée des sources de données ayant servi à calculer les parts zonales de production et d'attraction pour chaque bien commercialisable

Numéro et nom du bien	Production	Attraction
1 - Animaux vivants	Bétail et volaille dans les fermes de recensement, valeur et nombre, 1981, par division de recensement : valeur du bétail et de la volaille. (1)	Coût des matières et fournitures utilisées, activité manufacturière, 1979, par région économique : industrie des aliments et boissons; (6) Population active selon l'activité économique, 1981, par agglomération de recensement : industrie des aliments et boissons. (3)
2 - Produits de la viande	Mêmes sources de données que pour la production du bien 12.	Mêmes sources de données que pour l'attraction du bien 4.
3 - Poissons et produits du poisson	Population active par division d'activité économique, 1981, pour les divisions de recensement : chasse et pêche. (3)	Mêmes sources de données que pour l'attraction du bien 4.
4 - Produits laitiers, oeufs, miel	Valeur des produits agricoles vendus dans les fermes de recensement, 1981, par division de recensement : produits laitiers et oeufs. (1)	Population, subdivisions de recensement, 1981. (5)
5 - Blé	Valeur des produits agricoles vendus dans les fermes de recensement, 1981 par division de recensement : blé. (1)	Mêmes sources de données que pour l'attraction du bien 1.
6 - Autres céréales	Valeur des produits agricoles vendus dans les fermes de recensement, 1981, par division de recensement : avoine et autres céréales. (1)	Mêmes sources de données que pour l'attraction du bien 1.

APPENDICE 2 (suite)

Numéro et nom du bien	Production	Attraction
7 - Farine de blé	Mêmes sources de données que pour la production du bien 12.	Mêmes sources de données que pour l'attraction du bien 4.
8 - Produits céréaliers non énumérés	Mêmes sources de données que pour la production du bien 12.	Mêmes sources de données que pour l'attraction du bien 4.
9 - Fruits, légumes et produits alimentaires divers	Mêmes sources de données que pour la production du bien 12.	Mêmes sources de données que pour l'attraction du bien 4.
10 - Sucre, mélasse et sirop d'érable	Mêmes sources de données que pour la production du bien 12.	Mêmes sources de données que pour l'attraction du bien 4.
11 - Aliments pour animaux	Valeur des produits agricoles vendus dans les fermes de recensement 1981 par division de recensement : foin et autres cultures fourragères. (1)	Mêmes sources de données que pour la production du bien 1.
12 - Breuvages	Valeur de livraison de produits de propre fabrication, activité manufacturière 1979 par région économique : industrie des aliments et boissons. (6) Population active selon l'activité économique, 1981, par agglomération de recensement : industrie des aliments et boissons. (3)	Mêmes sources de données que pour l'attraction du bien 4.
13 - Tabac	Grandes cultures dans les fermes de recensement, 1981, par division de recensement : tabac (nombre d'acres). (1)	Mêmes sources de données que pour l'attraction du bien 4.

APPENDICE 2 (suite)

Numéro et nom du bien	Production	Attraction
14 - Graines oléagineuses	Grandes cultures dans les fermes de recensement, 1981, par division de recensement : graine de lin, soya et colza (nombre d'acres). (1)	Mêmes sources de données que pour l'attraction du bien 1.
15 - Animaux et végétaux bruts	Valeur des produits agricoles vendus dans les fermes de recensement, 1981, par division de recensement : autres produits agricoles. (1)	Population active selon l'activité économique, 1981, par agglomération de recensement : industrie du cuir et industrie du textile. (3)
16 - Bois et copeaux de bois à pâte	Inventaire du bois sur pied par district forestier provincial, 1963. (10)	Mêmes sources de données que pour la production des biens 35 à 38.
17 - Billots, poteaux et autres dérivés bruts du bois	Mêmes sources de données que pour la production du bien 16.	Coût des matières et founitures utilisées, activités manufacturières, 1979, par région économique infraprovinciale : industrie du bois. (6) Population active par division d'activité économique, 1981, pour les divisions de recensement : forêts. (3)
18 - Minerai et concentrés de fer	Producteurs de minerai et concentrés de fer, 1979 : expédition (en tonnes). (8)	Mêmes sources de données que pour la production du bien 48.
19 - Autres minerais métalliques et concentrés	Mêmes sources de données que pour la production du bien 26.	Population active selon l'activité économique, 1981, par agglomération de recensement : première transformation des métaux. (3)

APPENDICE 2 (suite)

Numéro et nom du bien	Production	Attraction
20 - Charbon	Production de charbon, 1979 : production (tonnes). (8)	Usines thermiques fonctionnant au charbon, 1979 : capacité (kilowatts). (8) Four à coke et autres usines de carbonisation au Canada : production de coke en 1979. (8)
21 - Huiles minérales brutes	Production d'huiles minérales brutes par champ pétrolifère (barils), 1978. (9)	Mêmes sources de données que pour la production du bien 43.
22 - Gaz naturel	Champs à gaz naturel produisant plus de 10 millions de Mcf, 1978. (9)	Champs pétrolifères et champs à gaz naturel, pipe-lines et usines de traitement, 1970. (10) Population, subdivisions de recensement, 1981. (5)
23 - Amiante brute et fibreuse	Producteurs canadiens d'amiante, 1979 : capacité de traitement par mine (tonnes/jour). (8)	Population active selon l'activité économique, 1971, par agglomération de recensement : fabrication de produits minéraux non métalliques. (4)
24 - Sable et gravier	Permis de bâtir émis au Canada, par compté ou division de recensement, 1979 : valeur estimative de la construction totale. (7)	Mêmes sources de données que pour la production du bien 24.
25 - Gypse	Sommaire des opérations des producteurs de gypse et de produits dérivés, 1979. (8)	Mêmes sources de données que pour la production du bien 25.

APPENDICE 2 (suite)

Numéro et nom du bien	Production	Attraction
26 - Autres produits des mines	Population active par division d'activité économique, 1981, pour les divisions de recensement : mines, carrières et puits de pétrole. (3)	Mêmes sources de données que pour la production du bien 24.
27 - Sel	Sommaire des opérations de production du sel, 1979. (8)	Mêmes sources de données que pour l'attraction du bien 4.
28 - Soufre brut et raffiné	Usines d'extraction de gaz sulphurique, 1979 : capacité journalière (tonnes). (8)	Mêmes sources de données que pour la production du bien 40.
29 - Rebuts et ferrailles	Valeur des livraisons de produits de propre fabrication, activité manufacturière, 1979, par région économique : toutes les industries manufacturières. (6) Population active par division d'activité économique, 1981, pour les divisions de recensement : industries manufacturières. (3)	Mêmes sources de données que pour l'attraction du bien 41.
30 - Huiles et graisses d'origine animale et végétale	Mêmes sources de données que pour l'attraction du bien 1.	Mêmes sources de données que pour l'attraction du bien 4.
31 - Produits dérivés des animaux et végétaux	Mêmes sources de données que pour l'attraction du bien 15.	Population active selon l'activité économique, 1981, par agglomération de recensement : industrie de la bonnetterie et industrie de l'habillement. (3)

APPENDICE 2 (suite)

Numéro et nom du bien	Production	Attraction
32 - Sciage et bois d'oeuvre	Valeur des livraisons de produits de propre fabrication, activité manufacturière, 1979, par région économique infraprovinciale : industrie du bois. (6) Population active par division d'activité économique, 1981, pour les divisions de recensement : forêts. (3)	Mêmes sources de données que pour l'attraction du bien 24.
33 - Placages et contre-plaqué	Mêmes sources de données que pour la production du bien 32.	Mêmes sources de données que pour l'attraction du bien 24.
34 - Autres produits dérivés du bois	Mêmes sources de données que pour la production du bien 32.	Mêmes sources de données que pour l'attraction du bien 24.
35 - Pâte de bois	Nombre d'usines et capacité de production journalière selon les produits et les lieux, 1971 : pâte mécanique et pâte chimique. (10)	Nombre d'usines et capacité de production journalière selon les produits et les lieux, 1971 : tous les papiers et cartons. (10)
36 - Papier journal	Nombre d'usines et capacité de production journalière selon les produits et les lieux, 1971 : papier journal. (10)	Population active selon l'activité économique, 1981, par agglomération de recensement : imprimerie, édition et activités connexes. (6)
37 - Autres papiers	Nombre d'usines et capacité de production journalière selon les produits et les lieux, 1971 : papiers fins, papiers particuliers et papiers d'emballage. (10)	Mêmes sources de données que pour l'attraction du bien 4.

APPENDICE 2 (suite)

Numéro et nom du bien	Production	Attraction
38 - Cartons et papiers de construction	Nombre d'usines et capacité de production journalière selon les produits et les lieux, 1971 : cartons, papiers de construction et panneaux de construction. (10)	Mêmes sources de données que pour l'attraction du bien 24.
39 - Acide sulphurique	Mêmes sources de données que pour la production du bien 40.	Mêmes sources de données que pour la production du bien 40.
40 - Produits chimiques industriels	Population active selon l'activité économique, 1971, par agglomération de recensement : industrie chimique. (4)	Mêmes sources de données que pour la production du bien 40.
41 - Autres produits chimiques	Mêmes sources de données que pour la production du bien 40.	Coût des matières et fournitures utilisées, activité manufacturière, 1974, par région économique infra-provinciale : toutes les industries. (6) Population active par division d'activité économique, 1971, pour les divisions de recensement : industries manufacturières. (4)
42 - Engrais chimiques	Mêmes sources de données que pour la production du bien 40.	Utilisation d'engrais commercial dans les fermes de recensement, culture de 1981, par division de recensement : superficie totale fertilisée. (1)

APPENDICE 2 (suite)

Numéro et nom du bien	Production	Attraction
43 - Essence	Population active selon l'activité économique, 1971, par agglomération de recensement : raffineries de pétrole. (4)	Mêmes sources de données que pour l'attraction du bien 4.
44 - Mazout	Mêmes sources de données que pour la production du bien 43.	Mêmes sources de données que pour l'attraction du bien 4.
45 - Coke	Four à coke et autres usines de carbonisation au Canada : production de coke en 1979. (8)	Mêmes sources de données que pour la production du bien 48.
46 - Gaz liquéfiés	Mêmes sources de données que pour la production du bien 43.	Mêmes sources de données que pour l'attraction du bien 41.
47 - Autres produits raffinés du pétrole	Mêmes sources de données que pour la production du bien 43.	Mêmes sources de données que pour l'attraction du bien 41.
48 - Produits du fer et de l'acier	Production d'acier brut, 1970. (10)	Population active selon l'activité économique, 1971, par agglomération de recensement : fabrication de machines (sauf électriques), de produits en métal et d'équipement de transport. (4)
49 - Produits de l'aluminium	Population active selon l'activité économique, 1971, par agglomération de recensement : extrusion, laminage et raffinage de l'aluminium. (4)	Mêmes sources de données que pour la production du bien 52.

APPENDICE 2 (suite)

Numéro et nom du bien	Production	Attraction
50 - Produits du cuivre et alliage de cuivre	Fonderies de cuivre et de cuivre-nickel au Canada : capacité annuelle de production, 1979. (8) Raffineries de cuivre au Canada : production, 1979. (8) Population active selon l'activité économique, 1971, par agglomération de recensement : laminage, moulage et extrusion du cuivre et de ses alliages. (4)	Mêmes sources de données que pour la production du bien 52.
51 - Autres métaux non-ferreux et alliages	Principales mines de plomb au Canada : expéditions de minerais, 1979. (8) Principales mines de zinc au Canada : production, 1979. (8)	Mêmes sources de données que pour la production du bien 52.
52 - Produits métalliques	Population active selon l'activité économique, 1971, par agglomération de recensement : industrie de la fabrication de produits en métal (sauf machines et équipements de transports). (4)	Mêmes sources de données que pour l'attraction du bien 41.
53 - Ciment	Capacité des cimenteries au Canada, 1970. (10)	Mêmes sources de données que pour l'attraction du bien 24.
54 - Produits minéraux non-métalliques	Population active selon l'activité économique, 1971, par agglomération de recensement : industrie des produits minéraux non-métalliques. (4)	Mêmes sources de données que pour l'attraction du bien 24.

APPENDICE 2 (suite)

Numéro et nom du bien	Production	Attraction
55 - Machines industrielles	Population active selon l'activité économique, 1971, par agglomération de recensement : industrie de la fabrication de machines (sauf électriques). (4)	Mêmes sources de données que pour l'attraction du bien 41.
56 - Machines agricoles	Population active selon l'activité économique, 1971, par agglomération de recensement : fabrication de machines aratoires. (4)	Machines et outillage dans les fermes de recensement, 1981, par division de recensement : valeur totale des machines et de l'outillage. (1)
57 - Voitures particulières	Population active selon l'activité économique, 1971, par agglomération de recensement : fabrication de véhicules et d'accessoires automobiles. (4)	Mêmes sources de données que pour l'attraction du bien 4.
58 - Véhicules utilitaires	Population active selon l'activité économique, 1971, par agglomération de recensement : fabrication de carrosseries de camions et de remorques. (4)	Mêmes sources de données que pour l'attraction du bien 41.
59 - Pièces pour véhicules automobiles	Mêmes sources de données que pour la production du bien 57.	Population active selon l'activité économique, 1971, par agglomération de recensement : fabrication d'équipements de transport. (4)

APPENDICE 2 (suite)

Numéro et nom du bien	Production	Attraction
60 - Autre matériel de transport	Mêmes sources de données que pour la production des biens 57 et 58.	Mêmes sources de données que pour l'attraction du bien 41.
61 - Autre équipement manufacturier	Mêmes sources de données que pour la production du bien 55.	Mêmes sources de données que pour l'attraction du bien 41.
62 - Objects personnels et ménagers	Population active selon l'activité économique, 1971, par agglomération de recensement : industrie de la bonneterie, industrie de l'habillement et inndustrie des produits électriques. (4)	Mêmes sources de données que pour l'attraction du bien 4.
63 - Contenants (boîtes, bouteilles, etc.)	Mêmes sources de données que pour la production du bien 29.	Mêmes sources de données que pour l'attraction du bien 41.
64 - Produits manufacturés divers	Mêmes sources de données que pour la production du bien 29.	Mêmes sources de données que pour l'attraction du bien 4.

APPENDICE 2 (suite)

RÉFÉRENCES

(1) STATISTIQUE CANADA (1983), Recensement du Canada 1981. Recensement de l'agriculture. Statistique Canada, No. de catalogue 96-901 à 96-917, Ottawa.

(2) STATISTIQUE CANADA (1973), Recensement du Canada 1971. Recensement de l'agriculture. Statistique Canada, No. de catalogue 96-701 à 96-711, Ottawa.

(3) STATISTIQUE CANADA (1984), Recensement du Canada 1981. Population active : Activité économique. Statistique Canada, No. de catalogue 93-961 à 93-972, Ottawa.

(4) STATISTIQUE CANADA (1975), Recensement du Canada 1971. Population active : Activité économique. Statistique Canada, No. de catalogue 94-738 à 94-747, Ottawa.

(5) STATISTIQUE CANADA (1983), Recensement du Canada 1981. Population : Répartition géographique (tableaux chronologiques). Statistique Canada, No. de catalogue 93-901 à 93-912, Ottawa.

(6) STATISTIQUE CANADA (1983), Industriesmanufacturières du Canada, niveau infraprovincial, 1979. Statistique Canada, No. de catalogue 31-209, Ottawa.

(7) STATISTIQUE CANADA (1980), Permis de bâtir, Sommaire annuel, 1979. Statistique Canada, No. de catalogue 64-203, Ottawa.

(8-9) En collaboration (1981 et 1982), Canadian Minerals Yearbook, 1978 et 1979, Mineral Report #24, Énergie, Mines et Ressources Canada, ministère des Approvisionnements et Services, Ottawa.

(10) En collaboration (1974), L'Atlas National du Canada. 4e édition (révisée). The Macmillan Company of Canada Ltd., avec le concours du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources et d'Information Canada, Ottawa.

APPENDICE 3 - Classification des 64 biens et des 26 services et correspondance avec la classification de Statistique Canada (niveau d'agrégation L)[1] et la classification CFTM du C.I.G.G.T.[2]

No.		No S-C(L)	No CFTM
1	Live animals	1 à 5	1
2	Meat	52 à 56-65-66	2-3
3	Fish and marine animals, n.e.s.	29-75	4
4	Dairy products, eggs and honey	9 à 11-67 à 73	5
5	Wheat	7	6
6	Other grains	8	7
7	Wheat flour	90	8
8	Cereal products	91 à 95-106-108	9
9	Fruits,vegetable and other edible food products	12-13-14-19-58-59 74-76 à 84-96 à 99 109 à 114	10 à 12-14
10	Sugar	101-102-107	13
11	Fodder and feed (except unmilled cereals	15-61-86 à 89 100-103-118	15
12	Beverages	115-116-119-120	16
13	Tobacco	20-121 à 123	17
14	Flax, rape, soybeans and other oil seeds	18	19
15	Other crude animals and vegetable products	16-17-21-22-30-45 60-62-63-161-176-479-517	20
16	Pulpwood, logs and chips	26-190	22
17	Logs and poles, other forest products	24-25-27	23
18	Iron ores and concentrates	34	27
19	Crude products of the mine (metallic; except iron ores and concentrates)	33-35-36 253-263	25-26 28 à 31
20	Coal	37	33
21	Crude mineral oils	38	34
22	Natural gas	39	36
23	Asbestos, crude	42	38
24	Sand and gravel	49	39
25	Gypsum, crude	43	40
26	Other mine products	45 à 48-50	41-45
27	Salt	44	42
28	Sulphur	41	44
29	Waste and scrap materials N.E.S.	130-160-193	46
30	Oils, fats, waxes, extracts and derivatives of animal and vegetables	57-104-410 491 à 495	49

[1] Statistique Canada (1979)
[2] Graham (1975)

APPENDICE 3 (suite)

No.		No S-C(L)	No CFTM
31	Other animal and vegetable fabricated material	130-131-139-142-145 à 149-151 à 153-156 à 159 162 à 169-177-181 182-186-187	50
32	Lumber, including flooring	191	52
33	Plywood and veneer	195	53
34	Other wood fabricated products	192-194-196 197-201	54
35	Wood pulp	209	55
36	Newsprint paper	210	56
37	Paper other than newsprint	211 à 214-219-222	57
38	Paper board, pulpboard and fireboard	215-216	58
39	Sulphuric acid	420	60
40	Chemicals	105-117-218-261 262-398-406-407 416 à 419-421 à 463 464-466-480	61
41	Chemical products	129-154-155-404 405-409-411-465 467-468-470 à 475 481 à 489-414	63
42	Fertilizer chemicals	403-469	43-62
43	Gasoline	394-395	65
44	Fuel oil	396	66
45	Coke	548	67
46	Liquified petroleum gas	399	68
47	Other refined petroleum products	245-397-400 à 402	69
48	Iron, steel and alloys	235 à 241-243-244 247 à 252-272-276 280-281-287-306	71
49	Aluminum and alloys	257-264-371	72
50	Copper and alloys	254-265-266	73
51	Other non-ferrous metals and alloys	32-255-256-242 258 à 260-267 à 270	74
52	Metal fabricated basis products	223-271-273-279 282-283-288 à 295 307-344-370	75
53	Cement, natural and Portland	375	77
54	Non-metallic mineral basic products	132-135-220-246 376 à 381-383-384 386 à 390-393-504-518	78
55	Machinery and parts	274-277-296-298 316 à 318-321 à 323 364 à 366	81

APPENDICE 3 (suite)

No.		No S-C(L)	No CFTM
56	Agricultural implements and parts	314-315	82
57	Passenger automobiles	334	83
58	Freight automobiles and buses	319-335-336	84
59	Vehicle parts	125 à 128-340-341-343	85
60	Other vehicles	275-330 à 332-337 à 339 345 à 349 351-352	86
61	Other manufacturing equipment	172-234-284 297-300 à 304 308 à 311-320-324 326 à 329-342 358 à 363-367 à 369 372 à 374-382-501	87
62	Personal and household goods	124-138-140-141 143-144-150-170- 178 à 180 183 à 185-188-189 204 à 208-217-224 285-299-353 à 357-392-412 413-415-490-496 502-505 à 509-520	88
63	Containers (not COFC)	136-175-199-202 221-225-286-313 391	89
64	Manufactured misc. goods	134-137-173-174-198 200-203-226 à 231 278-312-325-385 408-476 à 478 497 à 501-503 510 à 513-516-519 521-580 à 582-586	90
65	Services indicental to agriculture, forestry and mining	23-28-51-64 522	
66	Repair constructions		
67	Residential construction	523	
68	Non-residential construction	350-524 à 529 541	
69	Air transportation	530	
70	Other transportation	531	
71	Services indicental to transport n.e.s.	532	
72	Water transport	533	
73	Services indicental to water transport	534	
74	Railway transport	535	
75	Truck transport	536	

APPENDICE 3 (suite)

No.		No S-C(L)
76	Bus transport, interurban and rural	537
77	Urban transit and taxicab	538-539
78	Pipeline transport	540
79	Storage	542
80	Transportation margins	583
81	Radio, T.V., telephone and telegraph	543-544
82	Postal services	545
83	Electric power	546
84	Other utilities	547-549
85	Wholesale and retail margins	550-553
86	Finance, insurance and real estate	554 à 560
87	Business and personal services	171-232-233 551-552-564 à 579 585 à 587-595
88	Education and health services	561 à 563
89	Non-competing imports (cotton, rubber)	588-589
90	Non-competing imports (foods)	590 à 593

APPENDICE 4 - Catégories de la demande finale

No.	
1	Dépenses de consommation en biens durables
2	Dépenses de consommation en biens semi-durables
3	Dépenses de consommation en biens non-durables
4	Dépenses de consommation en services
5	Construction par les entreprises
6	Construction par les administrations publiques
7	Machines et matériels, entreprises
8	Machines et matériels, administrations
9	Stocks
10	Dépenses des administrations publiques